

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-221148

(43)Date of publication of application : 18.08.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/66

G01J 3/42

G01N 21/35

G01N 21/88

(21)Application number : 06-011936

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 03.02.1994

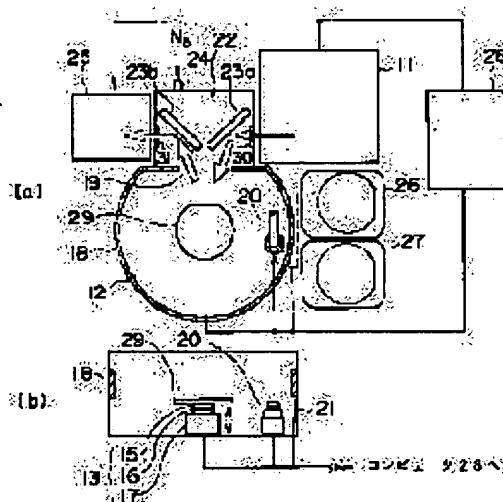
(72)Inventor : MIYATA NORIYUKI

## (54) SURFACE CONTAMINATION EVALUATOR AND EVALUATION OF SURFACE CONTAMINATION

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect reliably a trace contaminant, which contains bonded molecules of C and N as its main component, on the surface of a semiconductor substrate in the correspondence to the substrate by a surface contamination evaluator, which detects whether the surface of the substrate or the like is contaminated or not by an optical means, and to decide rapidly the good or bad of the substrate surface.

CONSTITUTION: A surface contamination evaluator has a light source 11 which emits infrared rays, a substrate holding jig 13 for holding a substrate 29 on which the infrared rays are incident, a reflective plate 18 placed at a such an angle that it receives the infrared rays reflected on the surface of the substrate 29 and reflects the received infrared rays to make the infrared rays fall again on the surface of the substrate 29 at a prescribed angle of incidence, and a spectroscope 25 which disperses reflected light.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-221148

(43)公開日 平成7年(1995)8月18日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/66	L	7630-4M		
G 0 1 J 3/42				
G 0 1 N 21/35	Z			
21/88	E	7172-2 J		

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

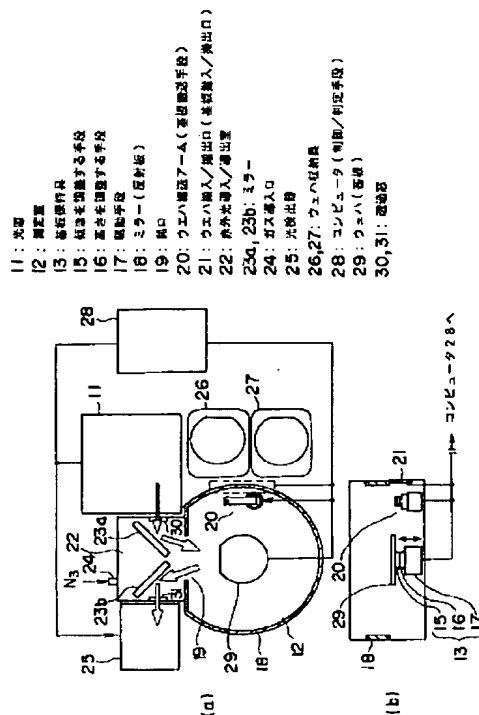
(21)出願番号	特願平6-11936	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(22)出願日	平成6年(1994)2月3日	(72)発明者	宮田 典幸 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(74)代理人	弁理士 岡本 啓三

## (54)【発明の名称】 表面汚染評価装置及び表面汚染評価方法

## (57)【要約】

【目的】半導体基板等の表面が汚染されていないかどうかを光学的な手段により検出する表面汚染評価装置に関し、CやNの結合分子が主体となっている基板表面の微量な汚染物を基板対応で確実に検出し、迅速に良否判定する。

【構成】赤外光を出射する光源11と、赤外光が入射される基板29を保持する基板保持具13と、基板29表面で反射された赤外光を受け、かつ受けた赤外光を反射して所定の入射角度で基板29表面に再び入射させるような角度に置かれた反射板18と、反射光を分光する分光器25とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 赤外光を出射する光源と、  
前記赤外光が入射される基板を保持する基板保持具と、  
前記基板表面で反射された前記赤外光を受け、かつ受け  
た前記赤外光を反射して所定の入射角度で前記基板表面  
に再び入射させるような角度に置かれた反射板と、  
前記反射光を分光する分光器とを有する表面汚染評価装  
置。

【請求項 2】 少なくとも前記基板保持具が設置された  
室と、  
前記室内を不活性ガスで置換し、又は前記室内を減圧す  
る手段とを有することを特徴とする請求項 1 記載の表面  
汚染評価装置。

【請求項 3】 赤外光を出射する光源と、  
前記赤外光が入射される基板を保持する基板保持具と、  
前記基板保持具を上下に移動し、かつ前記基板保持具の  
基板保持面の傾きを調節する駆動手段と、  
前記基板保持具と基板収納具との間で前記基板の搬送を  
行う基板搬送手段と、  
前記基板保持具に保持された前記基板の表面で反射され  
た前記赤外光を受け、かつ受けた前記赤外光を反射して  
所定の入射角度で前記基板の表面に再び入射させるよう  
な角度に置かれた反射板と、  
前記反射光を分光し、前記分光光を光電変換する光検出  
器と、  
前記駆動手段、前記基板搬送手段及び前記光源の動作を  
制御し、前記光検出器により取得された分光データを解  
析し、前記基板表面の汚染の有無を判定する制御／判定  
手段とを有する表面汚染評価装置。

【請求項 4】 少なくとも前記基板保持具が設置された  
室と、  
前記室内を不活性ガスで置換し、又は前記室内を減圧す  
る手段と、  
前記基板保持具と前記基板収納具との間での基板の搬送  
のときに前記制御／判定手段により駆動されて前記基板  
を通過させる、前記室に設けられた開閉自在の基板搬入  
／搬出口とを有することを特徴とする請求項 3 記載の表  
面汚染評価装置。

【請求項 5】 前記入射角度は、80 度以上 90 度未満  
であることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3  
又は請求項 4 記載の表面汚染評価装置。

【請求項 6】 前記反射板は、前記基板表面で 3 回以上  
繰り返されるそれぞれの反射に対応して、それぞれの反  
射光を受けられるように設置されていることを特徴とす  
る請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 又は請求項  
5 記載の表面汚染評価装置。

【請求項 7】 基板の周囲に赤外光の反射板を設置し、  
前記基板に赤外光を第 1 の入射角度で入射し、  
前記基板からの反射光を前記反射板に第 2 の入射角度で  
入射させ、

前記反射板からの反射光を第 3 の入射角度で再び前記基  
板に入射させ、  
前記基板からの最終回の反射光を分光し、分光データか  
ら前記基板表面の汚染の有無を評価することを特徴とす  
る表面汚染評価方法。

【請求項 8】 前記第 1 及び第 3 の入射角度は、80 度  
以上 90 度未満であることを特徴とする請求項 7 記載の  
表面汚染評価方法。

【請求項 9】 前記基板表面での反射を 3 回以上繰り返  
し、かつそれぞれの前記反射に係る反射光を受けられる  
ように前記反射板を設置することを特徴とする請求項 7  
又は請求項 8 記載の表面汚染評価方法。

【請求項 10】 前記基板表面の汚染の有無の評価は、  
清浄な基板からの反射光の分光データと評価すべき前記  
基板からの反射光の分光データとの差により行うことを  
特徴とする請求項 7、請求項 8 又は請求項 9 記載の表面  
汚染評価方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表面汚染評価装置及び  
表面汚染評価方法に関し、より詳しくは、半導体基板等  
の表面が汚染されていないかどうかを光学的な手段によ  
り検出する表面汚染評価装置及び表面汚染評価方法に関  
する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、デバイスの微細化に伴い、様々な  
汚染が問題になってきている。例えば、微量な金属やレ  
ジスト残渣、大気中の浮遊物等の汚染が半導体装置の特  
性に影響を及ぼし始めている。金属汚染されたウエハに  
半導体素子を作成した場合、PN 接合のリーク電流の増  
加や逆方向阻止電圧の低下を招く。

【0003】また、大気中の浮遊物等で汚染されたウエ  
ハに半導体素子を作成した場合、パターンニングにおいて  
ピンホール等の原因となり、或いは不純物の拡散におい  
て拡散層の不均一が生じ、逆方向阻止電圧の低下やリー  
ク電流の増大を招く。更に、レジスト残渣で汚染された  
ウエハに半導体素子を作成するため加工を施した場合、  
例えば加熱処理が加えられることにより、ウエハの導電  
率の変調をきたし、半導体素子の電圧や電流が設計値通  
りに作成されなくなる。

【0004】金属汚染に関しては、全反射蛍光 X 線分析  
により十分な感度で検出が可能であり、確実なウエハ管  
理が行われている。また、レジスト残渣や大気中の浮遊  
物が汚染源となるカーボン (C) や窒素 (N) の結合分  
子が主体となっている汚染物に関しては、光学的な方法  
での検出が行われている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、C や N の結合  
分子が主体となっている汚染物は粒子状のものが多くて  
汚染範囲が狭く、C や N の結合分子の赤外光の吸収量が

小さいため、充分な検出感度が得られていない。感度向上のため、例えば図6に示すATR法（全反射減衰法：Attenuated Total Reflection）と呼ばれる方法がある。

【0006】ATR法は、基板1上に台形状のゲルマニウム（Ge）結晶2をはりつけてGe結晶2の端部斜面から赤外光を入射し、Ge結晶2／基板1の界面とGe結晶2上面との間で反射を複数回繰り返した後他方の端部から出射する反射光を検出する。続いて検出した反射光を分光してその吸収ピークデータを取得した上で基板上の汚染物を特定し、良否を判断している。

【0007】しかし、基板1上にGe結晶2をはりつける必要があり、ウエハ表面を汚染したり、傷つけたりする危険性がある。このため、測定後のウエハを使用することができないので、ウエハ管理がモニタ管理となり、個々のウエハに対応した管理ができない。また、測定の前の作業に手間がかかる。しかも、取得データをいちいち分析して良否を判断し、製造プロセスにフィードバックしているので、評価に時間や手間が掛かる。このため、量産規模での汚染物の評価法としては適当ではない。

【0008】本発明は、係る従来例の問題点に鑑みて創作されたものであり、CやNの結合分子が主体となっている基板表面の微量な汚染物を基板対応で確実に検出し、迅速に良否判定することができる表面汚染評価装置及び表面汚染評価方法を提供することを目的とするものである。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題は、第1に、赤外光を出射する光源と、前記赤外光が入射される基板を保持する基板保持具と、前記基板表面で反射された前記赤外光を受け、かつ受けた前記赤外光を反射して所定の入射角度で前記基板表面に再び入射させるような角度に置かれた反射板と、前記反射光を検出して分光する分光器とを有する表面汚染評価装置によって達成され、第2に、少なくとも前記基板保持具が設置された室と、前記室内を不活性ガスで置換し、又は前記室内を減圧する手段とを有することを特徴とする第1の発明に記載の表面汚染評価装置によって達成され、第3に、赤外光を出射する光源と、前記赤外光が入射される基板を保持する基板保持具と、前記基板保持具を上下に移動し、かつ前記基板保持具の基板保持面の傾きを調節する駆動手段と、前記基板保持具と基板収納具との間で前記基板の搬送を行う基板搬送手段と、前記基板保持具に保持された前記基板の表面で反射された前記赤外光を受け、かつ受けた前記赤外光を反射して所定の入射角度で前記基板の表面に再び入射させるような角度に置かれた反射板と、前記反射光を分光し、前記分光光を光電変換する光検出器と、前記駆動手段、前記基板搬送手段及び前記光源の動作を制御し、前記光検出器により取得された分光データ

を解析し、前記基板表面の汚染の有無を判定する制御／判定手段とを有する表面汚染評価装置によって達成され、第4に、少なくとも前記基板保持具が設置された室と、前記室内を不活性ガスで置換し、又は前記室内を減圧する手段と、前記基板保持具と前記基板収納具との間での基板の搬送のときに前記制御／判定手段により駆動されて前記基板を通過させる、前記室に設けられた開閉自在の基板搬入／搬出口とを有することを特徴とする第3の発明に記載の表面汚染評価装置によって達成され、第5に、前記入射角度は、80度以上90度未満であることを特徴とする第1、第2、第3又は第4の発明に記載の表面汚染評価装置によって達成され、第6に、前記反射板は、前記基板表面で3回以上繰り返されるそれぞれの反射に対応して、それぞれの反射光を受けられるように設置されていることを特徴とする第1、第2、第3、第4又は第5の発明に記載の表面汚染評価装置によって達成され、第7に、基板の周囲に赤外光の反射板を設置し、前記基板に赤外光を第1の入射角度で入射し、前記基板からの反射光を前記反射板に第2の入射角度で入射させ、前記反射板からの反射光を第3の入射角度で再び前記基板に入射させ、前記基板からの最終回の反射光を分光し、分光データから前記基板表面の汚染の有無を評価することを特徴とする表面汚染評価方法によって達成され、第8に、前記第1及び第3の入射角度は、80度以上90度未満であることを特徴とする第7の発明に記載の表面汚染評価方法によって達成され、第9に、前記基板表面での反射を3回以上繰り返し、かつそれぞれの前記反射に係る反射光を受けられるように前記反射板を設置することを特徴とする第7又は第8の発明に記載の表面汚染評価方法によって達成され、第10に、前記基板表面の汚染の有無の評価は、清浄な基板からの反射光の分光データと評価すべき前記基板からの反射光の分光データとの差により行うことを特徴とする第7、第8又は第9の発明に記載の表面汚染評価方法によって達成される。

#### 【0010】

【作用】本発明の表面汚染評価装置においては、赤外光を出射する光源と、赤外光が入射される基板を保持する基板保持具と、基板表面で反射された赤外光を受け、かつ受けた赤外光を反射して所定の入射角度で基板表面に再び入射させるような角度に置かれた反射板と、前記反射光を検出して分光する分光器とを有している。

【0011】従って、ATR法と異なり、評価すべき基板には何も加工を施さず、かつ基板に損傷を与えることができる。また、加工のための手間や時間も掛からない。更に、基板保持具が室内に設置され、この室内を不活性ガスで置換し、又は室内を減圧する手段とを有しているため、清浄な環境下で基板の汚染測定ができ、このため、過誤の評価も防げる。

【0012】また、基板保持具の位置を調整する駆動手段、基板搬送手段及び光源の動作を制御し、光検出器により取得された分光データを解析し、基板表面の汚染の有無を判定する制御／判定手段とを有するので、自動評価が可能であり、評価時間の短縮が図れる。従って、量産工程への導入が可能である。本発明の表面汚染評価方法によれば、基板表面に第1又は第3の入射角度、例えば80°~90度で赤外光を入射させているので、基板表面での赤外光の照射面積が大きい。このため、照射面積内に含まれる検出に係る汚染物量が多くなる。しかも、基板表面での電界成分は、入射光と反射光の電界成分のベクトル的な加算となるため、大きい入射角度の場合、垂直入射に比べて、電界成分は2倍に近くなる。このため、汚染物による吸収強度は4倍程度に増加し、検出感度が増す。

【0013】また、基板表面での反射光を第2の入射角度をもって反射板に入射させることにより、反射板からの反射光は基板表面上前の照射領域とは異なる領域に入射する。従って、より広範囲に渡って、沢山の種類の汚染物を検出できる。更に、基板表面での反射を3回以上繰り返すことにより、吸収を受けていない波数を有する反射光の強度と吸収を受けた波数を有する反射光の強度の差が増倍され、一層検出感度が増す。

【0014】また、清浄な基板からの反射光の分光データと評価すべき基板からの反射光の分光データとの差により基板表面の汚染の有無を判定している。従って、基板の材質により影響を受けず、汚染物のみを選択的に検出することができる。

#### 【0015】

【実施例】次に、図面を参照しながら本発明の実施例に係る表面汚染評価装置及び表面汚染評価方法について説明する。

(1) 本発明の実施例に係る表面汚染評価装置についての説明

本発明の実施例に係る表面汚染評価装置について図1

(a)、(b)を参照しながら説明する。図1(a)は上面図、図1(b)は側面図である。

【0016】図1(a)、(b)において、11は赤外光を出射する光源で、振動数ほぼ4000~400  $\text{cm}^{-1}$ の範囲をカバーすることができる。12は評価すべきウエハ(基板)29を導入し、そのウエハ29表面に赤外光を照射するための円筒状の室壁を有する測定室(室)であり、測定室12の中央部にはウエハ29を保持する基板保持具13が設置されている。

【0017】基板保持具13は、ウエハを保持する基板保持面と、基板保持面に平行なX軸を中心に基板保持面を回転し、又は基板保持面に平行で、かつX軸に垂直なY軸を中心に基板保持面を回転させることにより基板保持面の傾きを調整する手段15と、かつ基板保持面の高さを調整する手段16と、両手段15、16を駆動する

駆動手段17とを有する。駆動手段17として、例えばステッピングモータ(DCサーボモータ)がある。これらの手段を用いてウエハ29表面への赤外光の入射角度等を調整することにより、最大の反射光強度が得られるようにすることが可能である。

【0018】18は円筒状の測定室12の内壁面に沿って周回するように連続的に設置されたミラー(反射板)である。ミラー18は、ウエハ29表面で反射した赤外光を受け、その赤外光を反射して基板保持具13に保持されたウエハ29表面にほぼ80°~90°の入射角度で再入射させるような角度を保持して設けられている。なお、ミラー18a~18fは、図2(a)に示すように、室壁の周囲の必要な箇所だけに分離して設置されているもよい。

【0019】また、室壁の一部には開口19が形成されており、この開口19を介して光源11から出射した赤外光が通過し、かつウエハ29表面での最終回の反射光が通過する。20は測定室12に設置されたウエハ搬送アーム(基板搬送手段)であり、ミラー18下部の室壁の一部に形成された開閉自在のウエハ搬入／搬出口(基板搬入／搬出口)21を介して室外のウエハを室内に搬入したり、測定が終わった室内のウエハを室外に搬出する。

【0020】22は開口19を介して測定室12に接続する赤外光導入／導出室であり、室壁には赤外光の入射側に形成された透過窓30と、出射側に形成された透過窓31とを有し、室内に入射した赤外光を開口19を介して測定室12に導入するミラー23aと、測定室12内で生成された反射光を開口19を介して分光器25に導くミラー23bが設置されている。また、測定室12内を窒素ガスで置換し、室内の環境を清浄にするための窒素ガスを導入するガス導入口24が設けられている。なお、室内を適当な圧力にするため不要な窒素ガスを排出するための排気口が設けられてもよい。

【0021】25は測定室12から出射した赤外光を分光する分光器と、分光器で分光された光を焦電効果により光電変換する検出器の両方が集合された光検出器である。光検出器25からのデータがコンピュータ28に送られる。なお、光検出器25として、例えばMCT検出器又はTGS検出器(ともに商品名)が用いられる。26はウエハ搬入／搬出口21の近くに設置された未測定ウエハを格納するウエハ収納具、27は測定済ウエハを格納するウエハ収納具である。

【0022】28は測定を制御するコンピュータ(制御／判定手段)で、光源11、基板保持具13の駆動部、ウエハ搬送アーム20の駆動部及びウエハ搬入／搬出口21の開閉駆動部を適宜作動させる。また、光検出器25からの分光データを取り込み、例えば、清浄なウエハからの反射光の分光データと評価すべきウエハからの反射光の分光データとの差によりウエハ29表面の汚染の

有無を判定する。従って、ウエハの材質により影響を受けず、汚染物のみを選択的に検出することができる。

【0023】なお、上記の表面汚染評価装置において、ウエハ収納具26、27は清浄な測定室12内に設置されていないが、ウエハ収納具26、27は測定室12内に設置されてもよいし、測定室12と別の清浄な室に設置されてもよい。また、分光機能を有する分光器と光電変換する機能を有する検出器とが集合された光検出器25が出射側に設けられているが、分光器と検出器とを分離し、分光器のみを光源11のすぐ後に設置し、分光された光を測定室12に入射するようにしてもよい。このとき、光電変換する機能を有する検出器のみが出射側に設置されることになる。

【0024】更に、基板保持具13が測定室12内に設置され、測定室12内を窒素ガスで置換することが可能であるが、基板保持具13が設置された測定室12に排気口を設け、この排気口に測定室12内を減圧する排気装置が接続されるようにしてもよい。これにより、測定室12内の浮遊物を除去して測定室12内を清浄にすることができ、過誤の汚染物評価を避けることができる。

【0025】次に、測定室12内のミラーとウエハ29との間の詳細な位置関係及び赤外光の照射方法の一例について図2(a)を参照しながら説明する。図2(a)ではミラー18a~18fは室壁の周囲の必要な箇所、即ち6箇所だけに個々に分離して設置されているが、図1のように連続的に設置されていても図2(a)と全く同じように赤外光を反射する。

【0026】図2(a)の上図はミラー18a、18dとウエハ29との位置関係を示す側面図であり、入射光と反射光とを含む面(入射面)においてウエハ29表面に垂直な方向から測った入射角度(第3の入射角度) $\theta_3$ が80度以上、90度未満になるようにミラー18a~18fの角度が設定されている。このように、ウエハ29表面への入射角度を大きくする理由について図2(b)、

(c)を参照しながら説明する。第1の理由は、図の一点鎖線で示す垂直入射や入射角度の小さい入射に比べてウエハ29上の照射面が大きくなるためである。これにより、より多くの汚染物質が、かつより広範囲の種類の汚染物質が照射面に含まれるようになり、検出感度が向上し、検出範囲が広がる。第2の理由は、図2(c)に示すように、基板表面での電界成分は、入射光と反射光の電界成分のベクトル的な加算となるため、大きい入射角度の場合、垂直入射に比べて、電界成分は2倍に近くなる。このため、汚染物による吸収強度は4倍程度に増加し、検出感度が増す。

【0027】図2(a)の下図は測定室12の上面図であり、ミラー18a~18fは室壁の周囲の必要な箇所、即ち6箇所だけに個々に分離して設置されている。ウエハ29表面での反射光を第2の入射角度 $\theta_2$ をもって反射板に入射させることにより、ミラー18a~18fからの反

射光はウエハ29表面の異なる箇所に入射する。従って、汚染物の種類をより広範囲に検出できる。更に、ウエハ29表面での反射を3回以上、この場合7回繰り返すことにより、吸収を受けていない反射光の強度と吸収を受けた反射光の強度の差が増倍され、一層検出感度が増す。

【0028】次に、図2(a)に示す表面汚染評価装置を用いてウエハ表面に赤外光を照射する方法について説明する。まず、光源11からの赤外光を透過窓30を介してミラー23aに入射する。赤外光はミラー23aで反射され、反射光はウエハ29に約85°の入射角度(第1の入射角度) $\theta_1$ で入射する。更に、入射した赤外光はウエハ29表面で反射して第4のミラー18dに所定の入射角度(第2の入射角度) $\theta_2$ で入射する。

【0029】入射した赤外光は第4のミラー18d面で反射してウエハ29表面に約85°の入射角度(第3の入射角度) $\theta_3$ で再び入射する。更に、入射した赤外光はウエハ29表面で反射して第4のミラー18dとはほぼ対向する室壁面上に設置された第1のミラー18aに所定の入射角度(第2の入射角度) $\theta_2$ で入射し、反射する。このとき、赤外光は第1のミラー18aに所定の入射角度(第2の入射角度) $\theta_2$ で入射しているの、入射方向と異なる方向に反射され、従ってウエハ29表面で前の照射領域とは異なる領域を照射する。

【0030】ウエハ29表面で再び反射された赤外光は、第5のミラー18e-ウエハ29-第2のミラー18b-ウエハ29-第6のミラー18f-ウエハ29-第3のミラー18fという順序で上記と同様の反射を繰り返した後、ミラー23b及び透過窓31を経て光検出器25に入射する。次に、上記の表面汚染評価方法により試料面での赤外光の反射回数による感度比較について実験した結果について説明する。

【0031】図4は、試料としてイソプロピルアルコール(汚染物)を塗布したシリコン基板を用い、試料面での赤外光の反射回数が17回の場合と7回の場合とを比較した結果について示す分光特性図である。図4において、横軸は比例目盛りの波数( $\text{cm}^{-1}$ )を表し、縦軸は任意単位の吸収強度を表す。図4に示す結果によれば、17回反射の場合は7回反射の場合と比較して、吸収強度を示すピークが大幅に高くなっており、感度が上がっていることを示している。

【0032】以上のように、本発明の表面汚染評価装置によれば、赤外光を出射する光源11と、赤外光が入射されるウエハ29を保持する基板保持具13と、ウエハ29表面で反射された赤外光を受け、かつ受けた赤外光を反射して大きい入射角度でウエハ29表面に再び入射させるような角度に置かれたミラー18又は18a~18fと、反射光を検出して分光する光検出器(分光器)25とを有している。

【0033】従って、ATR法と異なり、評価すべきウ

エハ 29 には何も加工を施さず、かつウエハ 29 に損傷を与えることもないので、良と判定されたウエハ 29 はそのまま使用することができる。また、加工のための手間や時間も掛からない。更に、室内を窒素置換して清浄にすることが可能な測定室 12 に基板保持具 13 が設置されているので、清浄な環境でウエハ 29 表面の汚染測定ができる。このため、過誤の評価も防げる。

【0034】また、基板保持具 13 の位置を調整する駆動手段 17、ウエハ搬送アーム 20 及び光源 11 の動作を制御するとともに、光検出器 25 に取得された分光データを解析し、ウエハ 29 表面の汚染の有無を判定するコンピュータ 28 とを有するので、自動測定が可能であり、評価時間の短縮が図れる。従って、量産工程への導入が可能である。例えば、ウエハの受入れ検査、ホトリソグラフィ工程後のウエハ検査、ウエハ洗浄後の検査等への導入が考えられる。

(2) 本発明の実施例に係る表面汚染評価方法についての説明

図 1 及び図 2 (a) の表面汚染評価装置を用いた、本発明の実施例に係る表面汚染評価方法について図 1、図 2 (a)、図 2 (b)、図 3 のフローチャート及び図 5 を参照しながら説明する。

【0035】まず、清浄なウエハを用いて標準分光データを取得する。そのための第 1 の作業として、最大の分光感度が得られるようにするため、ウエハの高さ及びウエハ表面の傾きの調整を行う。以下、調整の方法について説明する。即ち、測定室 12 内に、常時、窒素を導入して、測定室 12 内を常に清浄な雰囲気保持する。続いて、ウエハ収納具 26 にウエハを搬入した後、ウエハ収納具 26 内に窒素を導入し、ウエハ収納具 26 内を清

浄な雰囲気にする。

【0036】次に、コンピュータ 28 からの信号によりウエハ搬入／搬出口 21 を開けてウエハ搬送アーム 20 によりウエハ収納具 26 から清浄なウエハを取り出す。続いて、ウエハ搬入／搬出口 21 を通過してウエハを測定室 12 内の基板保持具 13 の基板保持面上に搬送し、基板保持面に載置する。このとき、ウエハは減圧による吸着手段等により基板保持面に固定される。その後、ウ

エハ搬入／搬出口 21 はコンピュータ 28 からの信号により閉じられる。

【0037】次いで、コンピュータ 28 からの信号により光源 11 を点灯する。赤外光は測定室 12 内に入射され、(1) で説明したと同様にしてウエハ表面での 7 回の反射を繰り返し、分光器 (光検出器) 25 に入射する。次に、基板保持具 13 の上下の位置及び基板保持面の傾きを調整し、光検出器 25 からの出力が最大となるようにウエハ位置を決定する。

【0038】続いて、最大の分光感度となるウエハ位置を保持した状態で、コンピュータ 28 からの信号により光源 11 を点灯し、赤外光を測定室 12 内に入射する。上記したように、赤外光は測定室 12 内のウエハ表面上で 7 回の反射を繰り返して光検出器 25 に入射する。光検出器 25 に入射した赤外光は分光され、かつ光電変換されて分光データが取得される。分光データはコンピュータ 28 に取り込まれ、基準分光データとして保存される。清浄なウエハ表面には汚染物質が存在しないので、ウエハがシリコンウエハの場合、分光データの 4000~4000 カイザの範囲では汚染物を示す吸収ピークは現れない。なお、ウエハとしてシリコン酸化膜の形成されたシリコンウエハを用いた場合、波数 1080  $\text{cm}^{-1}$  近辺に Si-O ピークが、波数 3600  $\text{cm}^{-1}$  近辺に、Si-OH ピーク等が現れる。

【0039】次に、コンピュータ 28 からの信号によりウエハ搬入／搬出口 21 が開くとともに、ウエハ搬送アーム 20 が作動し、清浄なウエハを搬出するとともに、評価すべきウエハ 29 をウエハ収納具 26 から測定室 12 内の基板保持具 13 の基板保持面に搬送する。次いで、評価すべきウエハ 29 について、上記と同様にして最大感度が得られるウエハ位置の決定後、分光データを取得する。このとき、評価すべきウエハ 29 表面上に N-H、C-H 結合を含む汚染物が存在している場合、表 1 に示すように、結合分子に相当する波数のところに吸収ピークが現れる。

【0040】

【表 1】



振動数 (cm <sup>-1</sup> )	振動の種類	化合物又はその形
3500~3400	遊離NH伸縮	R <sub>1</sub> R <sub>2</sub> NH
3100~3000	=C-H伸縮	芳香族化合物
2600~2550	S-H伸縮	RSH
2240~2230	C≡N伸縮	Ar-C≡N
1820~1650	C=O伸縮	一般
1680~1630	C=N伸縮	一般
1150~1200	CF <sub>x</sub>	
~1080	Si-O	シリコン酸化物

【0041】続いて、分光データをコンピュータ28に取り込み、図5に示すように、評価すべきウエハ29からの反射光の分光データと清浄なウエハからの反射光の分光データの差をとる。これにより、汚染物を表す分子結合に相当する波数のところにのみ吸収ピーク（吸収強度）が現れる。良品と判定する吸収強度の上限値を判定基準として予めコンピュータに入力しておき、この基準と上記のようにして取得された汚染を示す吸収ピークとを比較することによりウエハ29表面汚染の良否を判定する。

【0042】なお、良品は製造工程でそのまま使用する。一方、不良とされたウエハは洗浄するか、廃棄する。洗浄したウエハは再度上記の評価をした上で良品となれば使用する。以上のように、本発明の実施例に係る表面汚染評価方法によれば、ウエハ29に85°の大きい入射角度θ<sub>1</sub>及びθ<sub>3</sub>で赤外光を入射させているので、高い検出感度が得られる。

【0043】また、ウエハ29表面での反射光を第2の入射角度θ<sub>2</sub>をもってミラー18a~18fに入射させることにより、ミラー18a~18fからの反射光はウエハ29表面の異なる領域に入射する。従って、より多くの種類の汚染物を検出できる。更に、ウエハ29表面での反射を7回繰り返しているため、吸収を受けていない反射光の強度と吸収を受けた反射光の強度との差が増倍され、検出感度が一層増す。

【0044】また、清浄なウエハからの反射光の分光データと評価すべきウエハ29からの反射光の分光データとの差によりウエハ29表面の汚染の有無を判定している。従って、ウエハ29の材質により影響を受けず、汚染物のみを選択的に検出することができる。

#### 【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明の表面汚染評価装置においては、赤外光を出射する光源と、赤外光が入射される基板を保持する基板保持具と、基板表面で反射された赤外光を受け、かつ受けた赤外光を反射して所定の

入射角度で基板表面に再び入射させるような角度に置かれた反射板と、前記反射光を分光する分光器とを有している。

【0046】従って、評価すべき基板には何も加工を施さず、かつ基板に損傷を与えることもないので、良と判定された基板はそのまま使用することができる。また、加工のための手間や時間も掛からない。更に、室内の雰囲気制御可能な室に基板保持具が設置されることにより、清浄な環境で基板の汚染測定ができるので、過誤の評価も防げる。

【0047】また、基板保持具の位置を調整する駆動手段、基板搬送手段及び赤外線光源の動作を制御し、光検出器に取得された分光データを解析し、基板表面の汚染の有無を判定する制御／判定手段とを有するので、自動測定が可能であり、評価時間の短縮が図れる。従って、量産工程への導入が可能である。本発明の表面汚染評価方法によれば、基板に大きい第1及び第3の入射角度で赤外光を入射させているので、基板表面での赤外光の照射面積が大きい。このため、検出にかかる汚染物の種類及び量が多くなる。しかも、基板表面での電界成分は、入射光と反射光の電界成分のベクトル的な加算となるため、大きい入射角度の場合、垂直入射に比べて、電界成分は2倍に近くなる。このため、汚染物による吸収強度は4倍程度に増加し、検出感度が増す。

【0048】また、基板表面での反射光を第2の入射角度をもって反射板に入射させることにより、反射板からの反射光は基板表面の異なる箇所に入射する。従って、汚染物の種類をより広範囲に検出できる。更に、基板表面での複数回の反射が可能になり、これにより、吸収を受けていない反射光の強度と吸収を受けた反射光の強度の差が増倍され、一層検出感度が増す。

【0049】また、清浄な基板からの反射光の分光データと評価すべき基板からの反射光の分光データとの差により基板表面の汚染の有無を判定しているため、基板の材質により影響を受けず、汚染物のみを選択的に検出す

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例に係る表面汚染評価装置の構成図である。

【図 2】本発明の実施例に係る表面汚染評価装置の測定室の詳細構成図及び作用・効果を説明する図である。

【図 3】本発明の実施例に係る表面汚染評価方法について示すフローチャートである。

【図 4】本発明の実施例に係る表面汚染評価方法を用いて試料面での赤外光の反射回数による感度比較について実験した結果について説明する特性図である。

【図 5】本発明の実施例に係る表面汚染評価方法を用いて取得された分光データから分光データの差を算出した結果についての説明図である。

【図 6】従来例に係る表面汚染評価方法について示す断面図である。

【符号の説明】

11 光源、

12 測定室、

13 基板保持具、

15 傾きを調整する手段、

16 高さを調整する手段、

17 駆動手段、

18, 18a ~ 18f ミラー（反射板）、

19 開口、

20 ウエハ搬送アーム（基板搬送アーム）、

21 ウエハ搬入／搬出口（基板搬入／搬出口）、

22 赤外光導入／導出室、

23a, 23b ミラー、

24 ガス導入口、

25 光検出器、

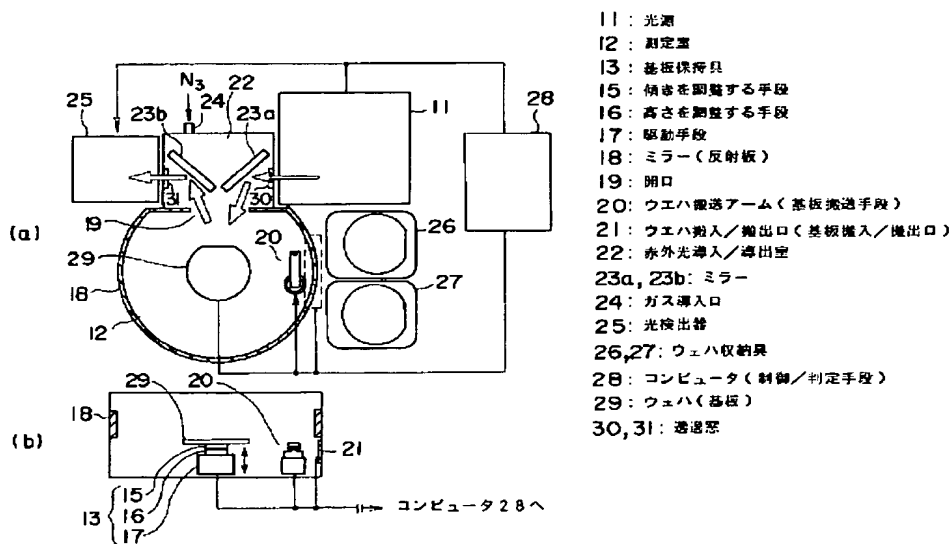
26, 27 ウエハ収納具、

28 コンピュータ（制御／判定手段）、

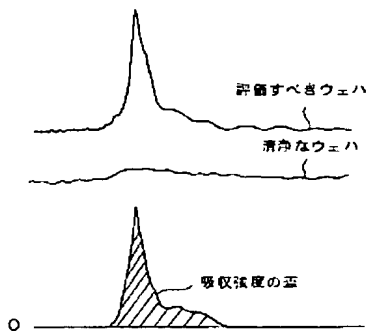
29 ウエハ（基板）、

30, 31 透過窓。

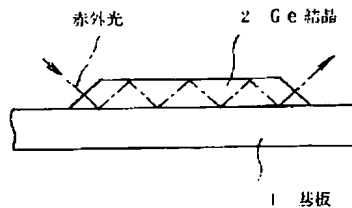
【図 1】



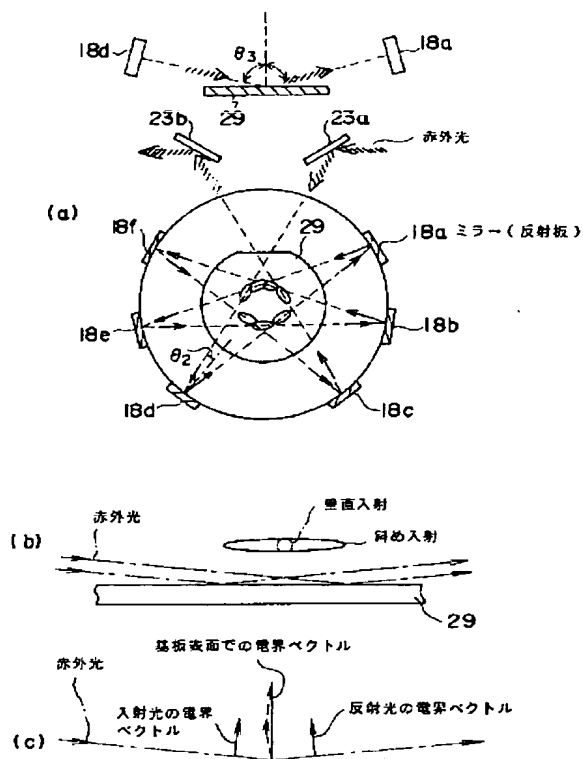
【図 5】



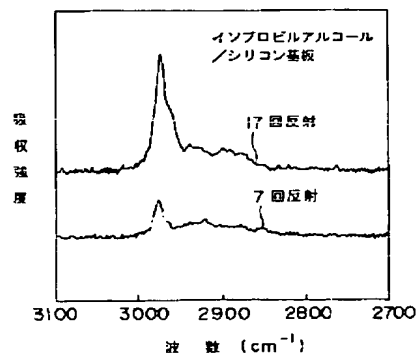
【図 6】



【図 2】



【図 4】



【図 3】

